

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

GALLIUM NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT

Patent Number: JP5308155
Publication date: 1993-11-19
Inventor(s): SASA MICHINARI; others: 03
Applicant(s): TOYODA GOSEI CO LTD
Requested Patent: ☐ JP5308155
Application Number: JP19920137714 19920428
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L33/00
EC Classification:
Equivalents: JP3232654B2

Abstract

PURPOSE: To improve blue light emitting intensity of a light emitting diode made of GaN compound semiconductor.

CONSTITUTION: A gallium nitride compound semiconductor light emitting element has an N-type layer made of N-type gallium nitride compound semiconductor (AlXGa1-XN; including X=0) and an I-type layer made of I-type gallium nitride compound semiconductor (AlXGa1-XN; including X=0). The I-type layer is formed sequentially from the side connected to the N-type layer 4 in a three-layer structure of a first I-type layer 5, a second I-type layer and a third I-type layer 7 in which P-type impurity concentrations are stepwisely increased. With this structure, injection efficiencies of electrons and holes are improved. Further, light is emitted from a junction surface between the layers 4 and 5, a junction surface between the layers 5 and 6 and a junction surface between the layers 6 and 7, thereby improving light emitting intensity.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-308155

(43)公開日 平成5年(1993)11月19日

(51)Int.Cl.³

H01L 33/00

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

C 8934-4M

審査請求 未請求 請求項の数1(全 4 頁)

(21)出願番号 特願平4-137714
(22)出願日 平成4年(1992)4月28日

(71)出願人 000241463
豊田合成株式会社
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地
(72)発明者 佐々 道成
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地 豊田合成株式会社内
(72)発明者 真部 勝英
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地 豊田合成株式会社内
(74)代理人 弁理士 藤谷 修

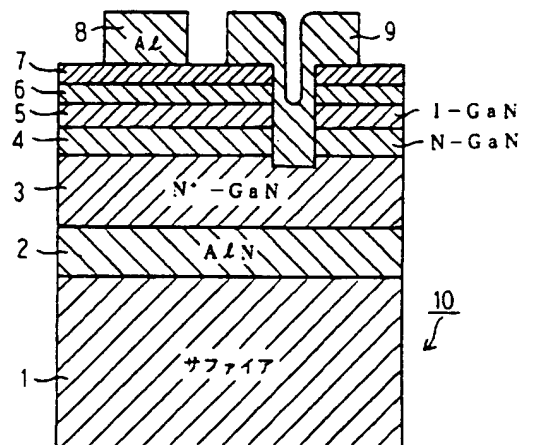
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子

(57)【要約】

【目的】 GaN 系の化合物半導体の発光ダイオードの青色の発光強度の向上。

【構成】 N型の窒化ガリウム系化合物半導体($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $x=0$ を含む)からなるN層と、P型不純物を添加したI型の窒化ガリウム系化合物半導体($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $x=0$ を含む)からなるI層とを有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、I層を、N層4と接合する側から順に、P型不純物濃度が段階的に増加する第1I層5、第2I層6、第3I層7の3層構造にした。この構造により電子、正孔の注入効率が向上した。又、N層4と第1I層5との接合面、第1I層5と第2I層6との接合面及び第2I層6と第3I層7との接合面で発光し、発光強度が向上した。



3-高キャリア濃度N⁺層
4-低キャリア濃度N層
5-第1I層
6-第2I層
7-第3I層

R006778

【特許請求の範囲】

【請求項1】 N型の窒化ガリウム系化合物半導体 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $x=0$ を含む) からなるN層と、P型不純物を添加したI型の窒化ガリウム系化合物半導体 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $x=0$ を含む) からなるI層とを有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、

前記I層を、前記N層と接合する側から順に、P型不純物濃度を段階的に増加させた第1I層、第2I層、第3I層で形成したことを特徴とする発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は青色発光の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に関する。

【0002】

【従来技術】 従来、青色の発光ダイオードとしてGaN系の化合物半導体を用いたものが知られている。そのGaN系の化合物半導体は直接遷移であることから発光効率が高いこと、光の3原色の1つである青色を発光色とすること等から注目されている。

【0003】 このようなGaN系の化合物半導体を用いた発光ダイオードは、サファイア基板上に直接又は窒化アルミニウムから成るバッファ層を介在させて、N導電型のGaN系の化合物半導体から成る高キャリア濃度N⁺層と低キャリア濃度N層と、その低キャリア濃度N層の上に低不純物濃度I_L層と高不純物濃度I_H層とを成長させた構造をとっている(特開平3-252177号公報)。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記構造の発光ダイオードの発光強度は未だ十分ではなく、改良が望まれている。そこで、本発明の目的は、GaN系の化合物半導体の発光ダイオードの青色の発光強度を向上させることである。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は、N型の窒化ガリウム系化合物半導体 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $x=0$ を含む) からなるN層と、P型不純物を添加したI型の窒化ガリウム系化合物半導体 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $x=0$ を含む) からなるI層とを有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、I層を、N層と接合する側から順に、P型不純物濃度を段階的に増加させた第1I層、第2I層、第3I層で形成したことを特徴とする。

【0006】 P型不純物としては例えばZnである。各I層の厚さは、約0.1～5μmが望ましい。成長温度は第1I層が1000～1200℃、第2I層及び第3I層は、800～350℃が望ましい。この範囲で結晶成長させた場合には、良質な結晶が得られると共に発光強度が向上した。

【0007】 P型不純物としてZnを用いた場合には、不純物濃度は、第1I層が $1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 、第2I層が $1 \times 10^{19} \sim 1 \times 10^{21} / \text{cm}^3$ 、第3I層が $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{22} / \text{cm}^3$ が望ましい。

20 $1 \times 10^{22} / \text{cm}^3$ が望ましい。

【0008】

【発明の作用及び効果】 本発明は、I層を、N層と接合する側から順に、P型不純物濃度を段階的に増加させた第1I層、第2I層、第3I層で形成したので、電子及び正孔の注入効率が向上すると共に、発光部分がN層と第1I層との接合面、第1I層と第2I層との接合面、第2I層と第3I層との接合面から発光するようになったため発光強度が向上した。

10 【0009】

【実施例】 以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。図1において、発光ダイオード10は、サファイア基板1を有しており、そのサファイア基板1に500ÅのAlNのバッファ層2が形成されている。そのバッファ層2の上には、順に、膜厚約2.2μm、キャリア濃度 $1.5 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ のGaNから成る高キャリア濃度N⁺層3、膜厚約1.1μm、キャリア濃度 $1 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ のGaNから成る低キャリア濃度N層4、Zn濃度 $2 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ の第1I層4、Zn濃度 $1 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ の第2I層5及びZn濃度 $3 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ の第3I層6とが形成されている。そして、第3I層7に接続するアルミニウムで形成された電極8と高キャリア濃度N⁺層3に接続するアルミニウムで形成された電極9とが形成されている。

【0010】 次に、この構造の発光ダイオード10の製造方法について説明する。上記発光ダイオード10は、有機金属化合物気相成長法(以下「MOVPE」と記す)による気相成長により製造された。用いられたガスは、NH₃とキャリアガスH₂とトリメチルガリウム($\text{Ga}(\text{CH}_3)_3$) (以下「TMG」と記す)とトリメチルアルミニウム($\text{Al}(\text{CH}_3)_3$) (以下「TMA」と記す)とシラン(SiH_4)とジニル亜鉛(以下「DEZ」と記す)である。

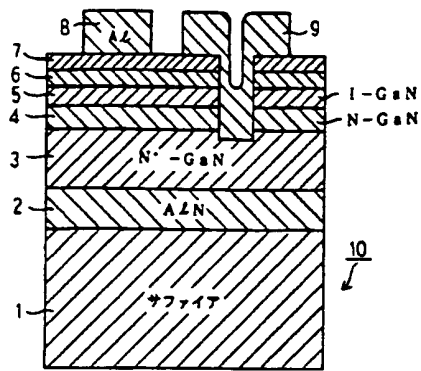
【0011】 まず、有機洗浄及び熱処理により洗浄した面を主面とする単結晶のサファイア基板1をMOVPE装置の反応室に設置されたサセプタに装着する。次に、常圧でH₂を2Liter/分で反応室に流しながら温度1100℃でサファイア基板1を気相エッチングした。

【0012】 次に、温度を400℃まで低下させて、H₂を20Liter/分、NH₃を10Liter/分、TMAを 1.3×10^{-5} モル/分で供給してAlNのバッファ層2が約500Åの厚さに形成された。

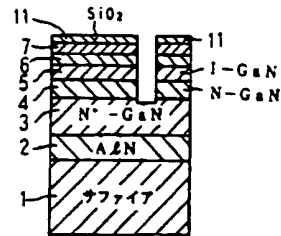
【0013】 次に、サファイア基板1の温度を1150℃に保持し、H₂を20Liter/分、NH₃を10Liter/分、TMGを 1.7×10^{-4} モル/分、H₂で0.86ppmまで希釈したシラン(SiH_4)を200aLiter/分の割合で30分間供給し、膜厚約2.2μm、キャリア濃度 $1.5 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ のGaNから成る高キャリア濃度N⁺層3を形成した。

【0014】 続いて、サファイア基板1の温度を1150℃に保持し、H₂を20Liter/分、NH₃を10Liter/分、TMGを 1.7×10^{-4} モル/分の割合で15分間供給し、膜厚約1.1μm、キャリア濃度 $1 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ のGaNから成る低

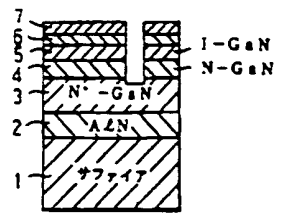
【図 1】



【図 5】

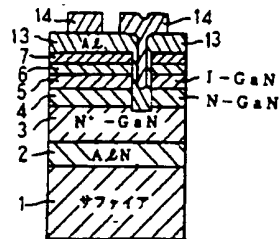


【図 6】



3-高キャリア濃度N+層
4-低キャリア濃度N層
5-高キャリア濃度N+層
6-低キャリア濃度N層
7-高キャリア濃度N+層
8-低キャリア濃度N層
9-高キャリア濃度N+層
10-低キャリア濃度N層

【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 加藤 久喜

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1

番地 豊田合成株式会社内

(72)発明者 小出 典克

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1

番地 豊田合成株式会社内